

# **Caractérisations physico-mécaniques de sciages de 1<sup>er</sup> choix en vue d'applications structurelles**

BURGERS Agnès<sup>1</sup>,  
MONTERO Cédric<sup>1</sup>, MARCHAL Rémy<sup>2</sup>, VINCHES Marc<sup>3</sup>, THIBAUT Bernard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Mécanique et de Génie Civil (LMGC)  
CNRS UMR 5508, Université Montpellier 2

<sup>2</sup>Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement  
(CIRAD), BioWooEB UPR CIRAD 114

<sup>3</sup>Laboratoire de Génie de l'Environnement Industriel (LGEI)  
École des Mines d'Alès

agnes.burgers@univ-montp2.fr

## **Mots-clés**

caractérisation mécanique, modèle rhéologique, pin, forêt méditerranéenne, variabilité

## **Introduction**

Le matériau bois présente une grande variabilité de ses propriétés mécaniques. La caractérisation de la résistance à rupture d'une essence sur de multiples essais permet l'identification d'une distribution des mesures souvent proche d'une loi normale. Les normes européennes de construction (Eurocodes) fixent la valeur de résistance au fractile à 5 % inférieur comme valeur caractéristique de résistance. Cette résistance est suffisante pour des usages bas de gamme en charpente. Cependant les 5% au-dessus du fractile supérieur sont nettement sous valorisés. Il s'agit de pièces de bois quasiment sans défauts facilement détectables par les outils actuels de production industrielle, et possédant des propriétés mécaniques très proches de celles du bois dit parfait.

Un des enjeux pour l'avenir est donc de trier, qualifier et tracer ces sciages de bois de haute qualité pour valoriser la ressource dans des usages à hautes performances structurelles. Plus particulièrement les essences de pins sont sous utilisées dans la conception d'éléments structurels malgré une ressource forestière abondante. La démarche mise en œuvre au cours de cette thèse permettra de répondre à cet objectif sur différentes essences de pin pour améliorer la valeur ajoutée produite, grâce à de nouveaux usages.

## **Méthodologie envisagée**

Pour rendre possible la conception de produits haut de gamme à base de matériaux composites naturels (Jahan et al. 2010), il est indispensable d'identifier les propriétés mécaniques anisotropes : les 9 constantes élastiques (matériau orthotrope), les coefficients de variations dimensionnelles avec l'environnement (température et teneur en eau) ainsi que la cinétique à l'équilibre hygroscopique du matériau soumis à ce climat.

Les propriétés physiques des bois dépendent de deux grands facteurs d'influence : la génétique et le milieu (Mc Lean et al. 2011). La première définit un schéma général de fabrication du bois dans lequel l'adaptation au milieu se fait par la variation de la porosité, de l'anisotropie (orientation des fibres et microfibrilles) et de la composition chimique. Des mesures non destructives utilisables en industrie permettent d'obtenir sur les sciages des informations quantitatives qui sont des signatures de ces 3 mécanismes d'adaptation du bois à l'environnement de l'arbre : sa densité, un paramètre d'élasticité (module spécifique

longitudinal ou vitesse du son dans la direction du fil) et une signature chimique de la matrice polymère par spectroscopie en proche infrarouge (NIRS). Ces mesures doivent être accompagnées d'une donnée physique indispensable, la teneur en eau du bois, mesurable en industrie par la résistivité.

Avec la spectroscopie de résonance ultrasonore (RUS) (Longo et al. 2012), il est possible d'identifier les 9 constantes élastiques d'une provenance de bois, en utilisant un seul cube orienté, d'arête 10 à 20mm. En réalisant cette mesure sur le même élément de bois à différentes hygrométries, il sera possible d'obtenir les paramètres d'évolution des constantes avec les paramètres d'ambiance.

L'objectif de cette thèse est de :

- réaliser un échantillonnage des six espèces de pins présentes en Languedoc Roussillon (LR),
- réaliser en amont, sur les profilés d'où proviennent les échantillons, les mesures de type industriel des paramètres quantifiant l'humidité, la densité, l'élasticité longitudinale et la chimie du bois,
- déterminer par RUS, en collaboration avec l'IES (Université Montpellier 2), les 9 constantes élastiques sur une sélection d'échantillons représentatifs,
- étudier l'influence des paramètres de croissance de l'arbre (génétique et milieu) sur les propriétés et indicateurs mesurés,
- construire à partir des indicateurs « industriels » des modèles prédictifs des 9 constantes élastiques et examiner leurs éventuelles dépendances aux facteurs de croissance des arbres,
- proposer un outil de qualification physico-mécanique (fiche technique) applicable aux pièces de premier choix provenant de la ressource LR afin de mieux les positionner dans le domaine de la conception de pièces de structure.

## **Remerciements**

Ce projet est réalisé avec le soutien du Labex NUMEV (Solutions Numériques, Matérielles et Modélisation pour l'Environnement et le Vivant)

## **Références**

Jahan A., Ismail M. Y., Sapuan S.M., Mustapha F. (2010) Material screening and choosing methods – A review, *Materials and Design*, vol. 31, 696–705.

Longo R., Delaunay T., Laux D., El Mouridi M., Arnould O., Le Clezio E. (2012) Wood elastic characterization from a single sample by resonant ultrasound spectroscopy, *Ultrasonics*, vol. 52, 710-715.

McLean J.P., Zhang T., Bardet S., Beauchêne J., Thibaut A., Clair B., Thibaut B. (2011) The decreasing radial wood stiffness pattern of some tropical trees growing in the primary forest is reversed and increases when they are grown in a plantation, *Annals of Forest Science*, vol. 68, 681-688.